

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3152776号  
(P3152776)

(45)発行日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(24)登録日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 21/027  
G 0 3 F 7/20

識別記号  
5 2 1

F I  
H 0 1 L 21/30  
G 0 3 F 7/20

請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-358257  
(22)出願日 平成4年12月25日(1992.12.25)  
(65)公開番号 特開平6-196378  
(43)公開日 平成6年7月15日(1994.7.15)  
審査請求日 平成10年6月24日(1998.6.24)

(73)特許権者 390008855  
宮崎沖電気株式会社  
宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地  
(73)特許権者 000000295  
沖電気工業株式会社  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号  
(72)発明者 山野 栄一郎  
宮崎県宮崎郡清武町大字木原727番地  
宮崎沖電気株式会社内  
(74)代理人 100086298  
弁理士 船橋 國則

審査官 芝 哲央

(56)参考文献 特開 昭59-201418 (J P, A)  
特開 平2-2103 (J P, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ホトリソグラフィーの露光量算出方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホトリソグラフィーにおいて、レジストに目標寸法のパターンを形成するための新たな露光量を算出する方法であって、

過去の露光で照射した露光量と、前記過去の露光でレジストに形成されたパターンの寸法をその露光に用いたマスクのパターン寸法の偏差で補正した値と、露光特性曲線に基づく第一の係数と、で規定される直線の方程式に対して、新たな露光で形成するパターンの目標寸法を代入することによって第一の露光量を算出する第一の工程と、

露光特性曲線に基づく第二の係数と、新たな露光に使用するマスクのパターン寸法の偏差とを用いて補正露光量を算出する第二の工程と、

前記第一の露光量を前記補正露光量で補正する第三の工

2

程とからなることを特徴とするホトリソグラフィーの露光量算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ホトリソグラフィーの露光量算出方法に関し、特に形成されるパターンの寸法精度が厳しく要求される半導体装置の製造等に用いられているホトリソグラフィーで、目的寸法のパターンを得るための露光量を算出する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ホトリソグラフィー法は、パターンが形成されたマスクに露光光を照射し、感光性組成物に上記パターンを投影することによって、あらゆる倍率の投影パターンを、上記感光性組成物に形成するものである。このホトリソグラフィー法は、半導体製造工程において

は、レジストにパターンを形成する方法として頻繁に用いられている。

【0003】上記半導体製造工程においては、レジストに形成されるパターンの寸法（以下レジスト寸法）に、高い精度が要求されている。しかし、上記ホトリソグラフィ法は、同じ寸法のマスクパターンを用いても、露光量の照射量（以下露光量と記す）によってレジスト寸法が変化するという露光特性がある。これは、マスクパターンを通過する露光量が、マスクパターンのエッジで回折するためであり、図3の露光特性曲線aで示すように、露光量が増加するとレジスト寸法が小さくなっていく。したがって、レジストに目標寸法のパターンを正確に形成するためには、適切な露光量を照射する必要がある。そこで、ホトリソグラフィ工程においては、各処

$$E_{n+1} = E_n - KB \times (LT - L_n)$$

上記式(2)で示した露光量 $E_n$ とレジスト寸法 $L_n$ は、過去に処理を行った数ロットの平均値または、直前の一ロットの値のどちらを用いても良い。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の露光量算出方法には、以下のような問題がある。すなわち、ホトリソグラフィ工程では、同一製品の同一工程において、複数のマスクを用いている。各マスクは、パターンの設計寸法を同一にしているが、実際に形成されるマスクのパターン寸法には、多少の偏差が生じている。しかし、上記の露光量の算出方法には、このマスク寸法の偏差が考慮されていないため、この偏差がレジスト寸法にそのまま影響してしまう。このため、マスクのパターン寸法の偏差は、規格内であっても、レジスト寸法の偏差は規格を超える場合がある。

【0006】そこで、本発明は、上記の課題を解決し、ホトリソグラフィ工程において、目標とするレジスト寸法に対して、精度の高いレジスト寸法を得ることができ、露光量算出方法を提供することを目的とする。また、これによって、半導体製品の歩留りを向上させることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は三つの工程で構成されている。まず、第一工程では、過去の露光で照射した露光量と、前記過去の露光でレジストに形成されたパターンの寸法をその露光に用いたマスクのパターン寸法の偏差で補正した値と、露光特性曲線に基づく第一の係数と、で規定される直線の方程式に対して、新たな露光で形成するパターンの目標寸法を代入することによって第一の露光量を算出する。次いで、第二工程では、露光特性曲線に基づく第二の係数と、新たな露光に使用するマスクのパターン寸法の偏差とを用いて補正露光量を算出する。そして、第三の工程では、前記第一の露光量を前記補正露光量で補正

\*理ロット毎に適切な露光量を算出し、その値に従って露光を行っている。

【0004】上記露光量の算出は、新たに露光を行おうとするロットと同一製品か或いは目標とするレジスト寸法が同じ製品の過去のデータを用いて行う。そして、露光の投影倍率が等倍である場合には、過去に処理を行ったロットnの露光量 $E_n$ と、その露光で得られたレジスト寸法 $L_n$ と、露光補正係数 $KE$ と、目標とするレジスト寸法 $LT$ を用いた式(2)により、新たな露光量 $E_{n+1}$ を算出する。式(2)は、図3の露光特性曲線aを、レジスト寸法の規格範囲内で近似した直線bを表すものである。そして、上記露光補正係数 $KE$ とは、直線bがY軸と成す角度 $\theta_1$ の正接： $\tan \theta_1$ である。

【数2】

$$\dots\dots (2)$$

し、新たな露光量を算出する。

【0008】

【作用】まず、第一の工程では、マスクのパターンの寸法偏差=0の場合に、目標寸法のパターンを得るための第一の露光量が算出される。次いで、第二の工程では、新たな露光に用いるマスクのパターン寸法の偏差に対応する補正露光量が算出される。そして、第三の工程では、上記第一の露光量を上記補正露光量で補正し、新たな露光に用いるマスクのパターン寸法の偏差を補正した新たな露光量が算出される。

【0009】

【実施例】以下、本発明の一実施例を説明する。図2に、本発明を実施するための露光量算出システムの構成図を示した。露光量算出システムは、マスク寸法測定手段1、レジスト寸法測定手段2、入力部3、演算部4、記憶部5の各要素で構成されている。そして、上記演算部4に各要素がそれぞれ接続し、演算部4が露光装置6に接続している。

【0010】上記マスク寸法測定手段1は、ホトリソグラフィ工程に使用されるマスクのパターン寸法（以下、マスク寸法と記す）を測定するものである。また、上記レジスト寸法測定手段2は、ホトリソグラフィ工程でレジストに形成されたパターンの寸法（以下、レジスト寸法と記す）を測定するものである。そして、上記入力部3は、ホトリソグラフィ工程に関する条件及び処理ロットに関するデータを入力するものである。さらに、上記演算部4は、各手段及び入力部3から送られたデータを処理し、処理したデータを記憶部5に記憶させると共に、記憶部5に記憶されたデータを用いて露光量の算出を行い、露光装置6に指示を与えるものである。

【0011】上記のように構成された露光量算出システムは、以下のように作動させる。まず、記憶部5に、各製品の目標レジスト寸法 $LT$ 、露光量補正係数 $KE$ 、マスク寸法偏差補正係数 $KM$ を登録する。これらの値の登

録は、入力部3から行う。

【0012】次いで、記憶部5に、マスク寸法に関するデータを記憶させる。マスク寸法測定手段1による、各マスクのマスク寸法の測定は、ホトリソグラフィ工程に先立って行われる。測定された各マスク寸法と各マスクに関するマスク情報は、演算部4に送られて、例えば\*

マスクNo. (n)	マスク設計寸法	マスク寸法(Mn)	寸法偏差(Sn)
1	D	M1	$S1 = M1 - D$
2	D	M2	$S2 = M2 - D$
:	:	:	:
:	:	:	:
m	D	Mm	$S_m = M_m - D$

【0013】さらに、記憶部5には、過去にホトリソグラフィ処理を行ったロットのレジスト寸法に関するデータを順次記憶させる。レジスト寸法測定手段2では、ホトリソグラフィ処理を行う毎にレジスト寸法が測定される。測定されたレジスト寸法と、各ロットに関するロット情報は、演算部4に送られて、例えば表2に示す※

Lot No. (n)	使用マスクNo.	露光量(E <sub>n</sub> )	レジスト寸法(L <sub>n</sub> )	補正レジスト寸法(LR <sub>n</sub> )
1	m=1~m	E1	L1	$LR1 = L1 - S_m$
2	m=1~m	E2	L2	$LR2 = L2 - S_m$
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
n	m=1~m	E <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>	$LR_n = L_n - S_m$
n+1	m=1~m			

【0014】そして、新たな露光を行う場合には、演算部4で新たな露光量を算出する。この場合、まず、入力部3から露光処理を行うロットの製品名、ロット番号n+1、使用するマスク番号mを入力する。演算部4では、入力されたデータを記憶部5に記憶させると共に、そのデータをもとに、記憶部5を検索する。そして、マスク情報(表1)からは、使用するマスク番号mに関する情報を引き出し、ロット情報(表2)からは、同じ製品の最新ロットnに関する情報を引き出す。また、入力された製品名から、その製品の目的レジスト寸法LTが引き出される。演算部5では、引き出した各情報をもとに、

\*表1に示すような状態で記憶部5に記憶される。記憶部5に記憶されるデータは、各マスク番号m毎に、設計寸法D、マスク寸法測定手段1で測定したマスク寸法Mmと、これらの値の差を示すマスク寸法偏差Smである。

【表1】

※ような状態で各製品毎に記憶部5に記憶される。記憶されるデータは、ロット番号n毎に、露光に使用したマスク番号m、照射した露光量E<sub>n</sub>、そのときに得られたレジスト寸法L<sub>n</sub>、補正レジスト寸法LR<sub>n</sub>である。

【表2】

新たな露光量E<sub>n+1</sub>を算出する。

【0015】ここで、上記で示した記憶部5に記憶される各数値の詳細を説明する。

(1) LT : 目標とするレジスト寸法を示す。

(2) KE : 露光補正係数を示す。図3の露光特性曲線aを、レジスト寸法の規格範囲内で近似した直線bがY軸と成す角度θ<sub>1</sub>の正接(tanθ<sub>1</sub>)である。

(3) KM : マスク補正係数を示す。図3の露光特性曲線aを、目標とするレジスト寸法LTの付近で近似した直線cがY軸と成す角度θ<sub>2</sub>の正接(tanθ<sub>2</sub>)である。

(4)  $S_m$  : マスク寸法偏差を示す。露光に使用したマスク  $m$  のパターン寸法  $M_m$  と、マスクの設計寸法  $D$  との差である。

(5)  $E_n$  : 過去の露光量を示す。露光を行おうとするロットと同一製品のロットを過去に露光した時に照射した露光量である。

(6)  $L_{Rn}$  : 補正レジスト寸法を示す。上記  $E_n$  の露光で得られたレジスト寸法  $L_n$  を、使用したマスクのマスク寸法偏差で補正した値であり、 $L_n$  から  $S_m$  を引いた値である。この補正レジスト寸法  $L_{Rn}$  は、用いたマスクが寸法どおりであった場合にその露光量  $E_n$  で形成されるレジスト寸法である。

\*

$$E_{n+1} = E_n - KB \times (LT - L_{Rn}) + KM \times S_m \quad \dots\dots (1)$$

上記式(1)では、まず、第一の工程で、過去の露光量  $E_n$  と、補正レジスト寸法  $L_{Rn}$  と、露光補正係数  $KE$  とで上記直線  $b$  を規定し、目標とするレジスト寸法  $LT$  代入して、第一の露光量を算出する。(ステップ  $S1$ ) ここで得られる第一の露光量は、マスクのパターンの寸法偏差 = 0 の場合に、目標寸法のパターンを得るための露光量である。次いで、第二の工程で、マスク補正係数  $KM$  と、新たな露光に使用するマスクのマスク寸法偏差  $S_m$  とを用いて、補正露光量を算出する。(ステップ  $2$ ) ここで得られる補正露光量は、新たな露光に用いるマスクのマスク寸法偏差  $S_m$  に対応する露光量である。そして、第三の工程で、上記第一の露光量に上記補正露光量を加えることによって、使用するマスクの寸法偏差  $S_m$  を補正した、新たな露光量  $E_{n+1}$  を算出する。(ステップ  $3$ )

【0017】以下、上記の露光量算出方法で算出した露光量を用いて、ホトリソグラフィ処理のシミュレーションを行った結果を示す。各ロットの処理には、設計寸法が同一の4枚のマスクを用いた。また、投影倍率は等倍で露光を行った。使用したマスクは、始めのロット番号1からロット番号5まではマスク寸法偏差  $S_m = +0.1 \mu m$  のマスクを用いた。そして、ロット番号6からはマスク寸法偏差  $S_m = -0.15 \mu m$ 、 $-0.05 \mu m$ 、 $-0.10 \mu m$  のマスクを順次繰り返し用いて露光を行った。そして、上記処理を行って得たレジスト寸法等のロット情報を順次蓄積し、新たな露光量  $E_{n+1}$  の算出し、その露光量  $E_{n+1}$  を用いて順次露光を行った。

【0018】上記のようにして得られた各ロットのレジスト寸法の偏差を、図4に示した。ここで示したように、各ロットのレジスト寸法偏差を  $0.06 \mu m$  の範囲内に収めることができた。これは、図5の従来の露光量算出方法で算出した露光量で、露光を行った場合のレジスト偏差と比較すると約  $1/5$  である。

\*尚、上記露光特性曲線  $a$  は、同じ寸法のマスクパターンを用いても、露光量によってレジスト寸法が変化する、ホトリソグラフィ工程の特性を示す曲線である。また、過去の露光に関する値は、過去に露光を行った最新ロットあるいは、数ロットの平均値を用いる。

【0016】次に、演算部4で行われる新たな露光量  $E_{n+1}$  の算出方法を、図1のフローチャートに従って説明する。演算部4では、上記で示した各値を数1に当てはめて、目的寸法  $LT$  を得るための新たな露光量  $E_{n+1}$  を算出する。

【数1】

【0019】尚、上記実施例においては、投影倍率が等倍の露光に関して説明を行ったが、上記式(1)のマスク寸法偏差  $S_m$  に関わる項目で、マスク寸法偏差  $S_m$  に投影倍率を乗じることによって、縮小、及び拡大投影時の露光量を算出することができる。また、本発明を実施する露光量算出システムは、上記実施例で示したものに限るものではない。

【0020】

【発明の効果】以上、実施例で説明したように、本発明の露光量算出方法によれば、ホトリソグラフィ処理において、マスクのパターン寸法の偏差を露光量で補正できる。このため、レジストに形成されるパターンの寸法の精度が改善され、半導体製造工程においては、製品の歩留りの向上が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の露光量算出方法の手順を示すフローチャートである。

【図2】本発明の露光量算出方法を実施するシステムの一例を示す構成図である。

【図3】露光特性曲線を示すグラフである。

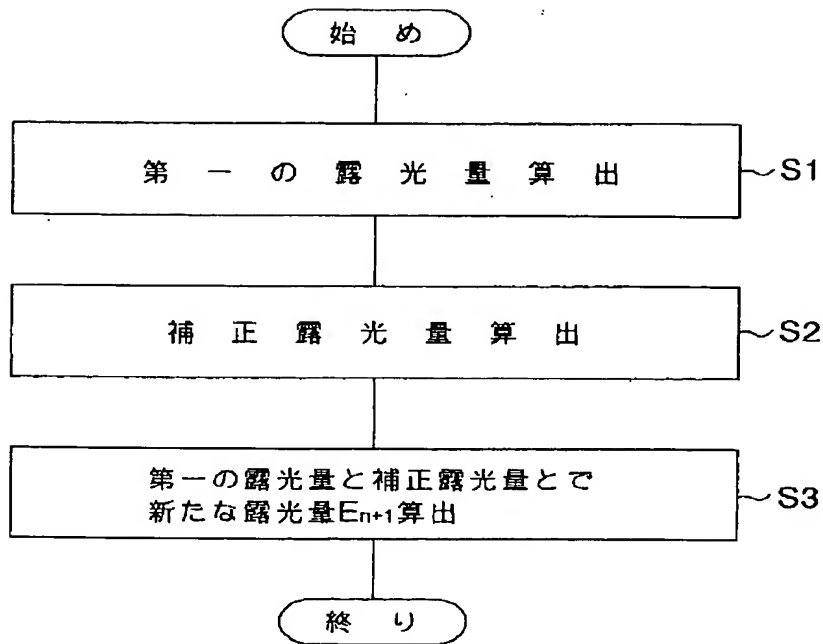
【図4】本発明を用いた場合のレジスト寸法偏差を示すグラフである。

【図5】従来の方法を用いた場合のレジスト寸法偏差を示すグラフである。

【符号の説明】

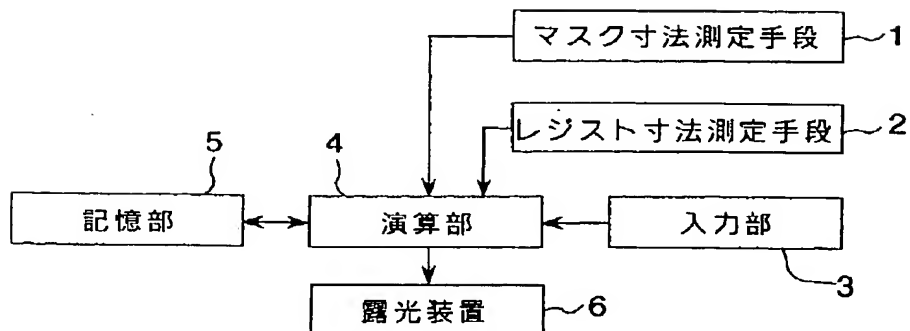
$LT$  目標とするレジスト寸法  
 $E_{n+1}$  新たな露光量  
 $E_n$  過去の露光量  
 $L_n$  過去の露光によるレジスト寸法  
 $S_m$  各マスクのパターン寸法の偏差  
 $L_{Rn}$  補正レジスト寸法  
 $KE$  露光量補正係数  
 $KM$  マスク寸法補正係数

【図1】



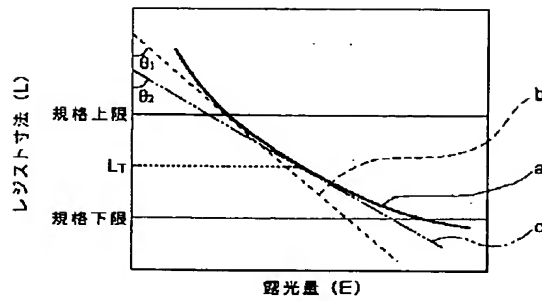
本発明の露光量算出の手順のフローチャート

【図2】



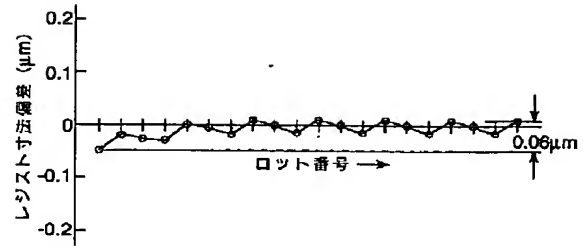
露光量算出システムの構成図

【図3】



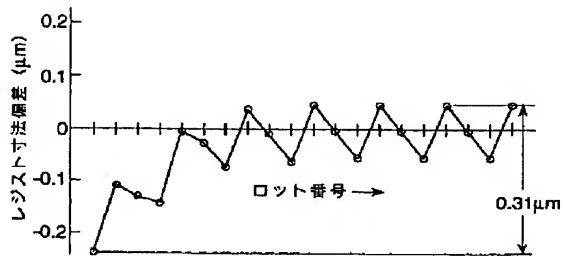
露光特性曲線を示すグラフ

【図4】



本発明によるレジスト寸法の偏差を示すグラフ

【図5】



従来方法によるレジスト寸法の偏差を示すグラフ

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20 521